

**Position measuring device with a scanned absolute scale**

Patent Number: ☐ US4700062  
Publication date: 1987-10-13  
Inventor(s): ERNST ALFONS (DE)  
Applicant(s): HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES (DE)  
Requested Patent: ☐ DE3429648  
Application Number: US19850759109 19850725  
Priority Number(s): DE19843429648 19840811  
IPC Classification: G01D5/34  
EC Classification: G01D5/347C, G01D5/347F4  
Equivalents: ☐ EP0171612, B1, JP1782741C, JP4071444B, ☐ JP61048718

**Abstract**

A measuring instrument for determining the absolute angular position of two rotatable objects. The instrument comprises a housing which encapsulates a first information carrier with an incremental scale, a second information carrier with a absolute scale, a revolution reduction unit mechanically connecting the second carrier to the first carrier and a scanning element for scanning the first and second information carriers. The angle of rotation is determined within 360 DEG by means of the incremental scale and the number of revolutions of the first information carrier is absolutely determined within the range of  $i \times 360$  DEG from the absolute scale, wherein  $i$  represents the ratio of the revolution reduction unit.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑭ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3429648 C2

⑤ Int. Cl. 4:  
G01B 21/22

⑲ Aktenzeichen: P 34 29 648 A-52  
⑳ Anmeldetag: 11. 8. 84  
㉑ Offenlegungstag: 13. 2. 86  
㉒ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 28. 1. 88

DE 3429648 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉓ Patentinhaber:

Dr. Johannes Heidenhain GmbH, 8225 Traunreut, DE

㉔ Erfinder:

Ernst, Alfons, Dipl.-Ing., 8225 Traunreut, DE

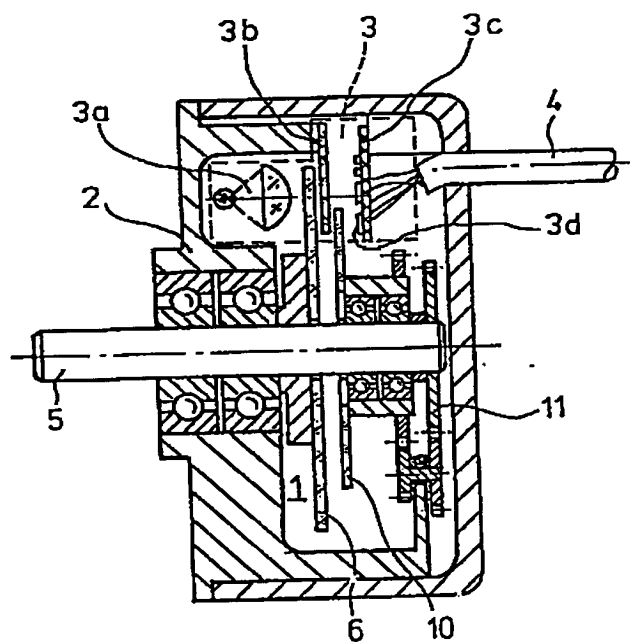
㉕ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 33 11 204  
DE-OS 32 43 956  
DD 89 729  
DE-Z: KEM, Okt. 1993, S. 109;

㉖ Lagemeßeinrichtung

DE 3429648 C2

FIG. 1



## Patentansprüche

1. Lagemeßeinrichtung, insbesondere Winkelmeßeinrichtung mit einem Trägerkörper für eine inkrementale Kreisteilung und wenigstens eine Referenzmarke, deren Lage zur Kreisteilung absolut festgelegt ist, wenigstens einem weiteren Trägerkörper, der Codeinformationen in Form einer codierten Teilung aufweist und dem ersten Trägerkörper über ein Getriebe nachgeschaltet ist und einer elektrischen Abtasteinrichtung zum Abtasten der Trägerkörper, dadurch gekennzeichnet, daß der inkrementalen Kreisteilung (7, 73) und der Referenzmarke (8, 83) des ersten Trägerkörpers (6, 63) Blendenöffnungen (69, 693) zur seriellen Abtastung der auf dem weiteren Trägerkörper (10, 103) befindlichen Codeinformationen (9, 93) fest zugeordnet sind.
2. Lagemeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Trägerkörper (6) die Blendenöffnungen (69) zur seriellen Abtastung der Codeinformationen (9) des zweiten Trägerkörpers (10) aufweist.
3. Lagemeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Welle (53) des ersten Trägerkörpers (63) ein weiterer Trägerkörper (63a) befestigt ist, der die Blendenöffnungen (639) zur seriellen Abtastung der Codeinformation (93) des dritten Trägerkörpers (103) aufweist.
4. Lagemeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Blendenöffnungen (69, 693) radial- und winkelsymmetrisch zueinander angeordnet sind, so daß zur Abtastung der codierten Teilung (9, 93) nur ein Fotoelement (3d) und ein Signalkanal erforderlich sind.
5. Lagemeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Getriebe (11, 113) und die codierte Teilung (9, 93) so aufeinander abgestimmt sind, daß jeder mittels der Abtasteinrichtung (3, 33) ablesbaren Referenzmarke (8, 83) ein individueller Codewert zugeordnet ist.
6. Lagemeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem ersten Trägerkörper (6, 63) eine einzige Referenzmarke (8, 83) aufgebracht ist, die demgemäß einmal pro Umdrehung abgetastet wird, und daß nach jeder vollständigen Umdrehung des ersten Trägerkörpers (6, 63) entsprechend der Anzahl seiner Umdrehungen ein neuer Codewert (9, 93) abgetastet wird.
7. Lagemeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastung der codierten Teilung (9, 93) seriell zwischen zwei Referenzmarkenabastungen erfolgt.
8. Lagemeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ablesetakt von Referenzmarke (8, 83) und Inkrementalteilung (7, 73) gesteuert wird.

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Lagemeßeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus einer Vielzahl von Druckschriften ist es bekannt, bei Winkelmeßeinrichtungen die Winkelteilungen auf mehrere Maßverkörperungen codiert aufzubringen und mittels Getrieben aneinander zu koppeln. Als Beispiel sei die DD-PS 89 729 genannt, aber auch die DE-OS 32 43 956 zeigt eine derartige Lagemeßeinrichtung.

Dort sind für die einzelnen Maßverkörperungen jeweils eigene Ablesevorrichtungen vorgesehen. Die Lagemeßeinrichtungen werden mehrstufig ausgeführt, um den Meßbereich zu vergrößern. Ferner sind inkrementale Winkelmeßeinrichtungen bekannt, bei denen die Teilung in Form eines konzentrischen Gitters auf einer Maßverkörperung aufgebracht ist. Die Messung erfolgt dort durch Aufsummieren der abgetasteten Teilungsintervalle. Bei inkrementalen Winkelmeßeinrichtungen ist der Meßbereich praktisch unbegrenzt, da die Teilung nicht endlich ist. Allerdings kann durch einen einmal pro Umdrehung von der Referenzmarke abgeleiteten Referenzimpuls die Position eines spindelgetriebenen Maschinenschlittens nach Netzausfall nicht ohne weiteres ermittelt werden. Der Maschinenschlitten muß bis zu einer auf andere Weise besonders gekennzeichneten Position verfahren werden (Ztschr. KEM, Okt. 1983, Seite 109). Dies ist umständlich und zeitraubend.

Aus der nicht vorveröffentlichten DE-OS 33 11 204 ist eine Vorrichtung bekannt, bei der eine Inkrementalteilung und der Referenzmarke des einen Trägerkörpers zusätzliche Markierungen zur Abtastung der Codeinformationen des anderen Trägerkörpers zugeordnet sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile der absoluten und der inkrementalen Meßeinrichtungen zu vermeiden und eine Meßeinrichtung zu schaffen, die die Vorteile beider Prinzipien vereinigt, die kostengünstig herstellbar ist und die eine möglichst einfache Bestimmung der absoluten Position innerhalb von  $i \times 360^\circ$  erlaubt.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Lagemeßeinrichtung liegen darin, daß für die Bestimmung der absoluten Position lediglich eine Bewegung innerhalb  $360^\circ$  erforderlich ist, wobei für die Ermittlung des Codewertes nur ein Fotoelement und auch nur ein Signalkanal erforderlich ist.

Mit Hilfe der Zeichnungen soll anhand von Ausführungsbeispielen die Erfindung noch näher erläutert werden. Es zeigt

- Fig. 1 eine Winkelmeßeinrichtung im Schnitt,
- Fig. 2a einen Trägerkörper mit Inkrementalteilung,
- Fig. 2b eine Abtastplatte,
- Fig. 2c einen Trägerkörper mit codierter Teilung,
- Fig. 3 eine variierte Winkelmeßeinrichtung.

Eine Winkelmeßeinrichtung 1 weist einen Stator 2 auf, der als Gehäuse ausgebildet ist. Der Stator 2 enthält eine Abtasteinrichtung 3, die aus einer Beleuchtungseinheit 3a, einer Abtastplatte 3b und einer Fotoelementenplatte 3c besteht, auf der die Fotoelemente 3d angeordnet sind, und von der aus eine elektrische Verbindung 4 zum nicht dargestellten Auswertegerät besteht. Auf einer im Stator 2 gelagerten Welle 5 ist ein Trägerkörper 6 befestigt, der in herkömmlicher Weise eine inkrementale Meßteilung 7 trägt, wie in Fig. 2a erkennbar ist. Die inkrementale Meßteilung 7 ist dort nur ausschnittsweise gezeigt. Ferner trägt der Trägerkörper 6 eine Referenzmarke 8, die in herkömmlicher Weise aus einer Gruppe von Strichen besteht, was hier nicht gezeigt ist.

Wird die Welle 5 gedreht, so bewegt sich die inkrementale Meßteilung 7 und wird in der Abtasteinrichtung 3 von zugehörigen Abtastfenstern 3b 7 abgetastet, d. h., die an der Abtastplatte 3b (Fig. 2b) vorbeibewegten Teilungsintervalle werden ermittelt und in dem Auswertegerät aufsummiert und angezeigt. Der Nullpunkt der Teilung 7 soll durch die Referenzmarke 8 festgelegt sein,

die ebenfalls durch ein zugehöriges Abtastfenster 3b8 in der Abtastplatte 3b abgetastet wird. Die Abtastplatte 3b weist noch ein zusätzliches Abtastfenster 3b9 auf, das im Zusammenwirken mit Fenster 69 — die sich radial und winkelfersetzt zueinander auf dem Trägerkörper 6 befinden — eine codierte Teilung 9 abtastet. Die codierte Teilung 9 befindet sich auf einem zweiten Trägerkörper 10, der drehbar auf der Welle 5 gelagert ist und dem Trägerkörper 6 über ein schematisch gezeigtes Getriebe 11 nachgeschaltet ist. Der axiale Abstand der beiden Trägerkörper 6 und 10 sollte möglichst klein sein.

Bei einer Abtastung der inkrementalen Teilung 7, der codierten Teilung 9 und gegebenenfalls der Referenzmarke 8 fällt Licht der Beleuchtungseinheit 3a durch die Teilungen 7, 8, 69, 9 und die Fenster 3b7, 3b8, 3b9 der Abtastplatte 3b und trifft auf Fotoelemente 3d, in denen die Umwandlung in entsprechende elektrische Signale erfolgt, die im Auswertegerät zu Meßwerten weiterverarbeitet werden.

Das Besondere dieser Winkelmeßeinrichtung 1 liegt darin, daß mittels der codierten Teilung 9, die auf dem zweiten Trägerkörper 10 aufgebracht ist, die Winkelposition des ersten Trägerkörpers 6 innerhalb  $\pm 360^\circ$  absolut ermittelt werden kann. Dazu ist nur ein zusätzliches Fotoelement und nur ein zusätzlicher Signalführungskanal erforderlich, da die codierte Teilung 9 seriell bei Drehung der inkrementalen Teilung 7 abgelesen wird. Zu diesem Zweck sind auf dem ersten Trägerkörper 6 Fenster 69 vorgesehen, die entsprechend der Spuren der codierten Teilung 9 des zweiten Trägerkörpers 10 radial und winkelfersetzt zueinander sind. Die Fenster 69 können dabei konzentrisch oder auch spiralförmig auf dem Trägerkörper 6 angeordnet sein.

Jedesmal, wenn der erste Trägerkörper 6 eine volle Umdrehung gemacht hat, wird die Referenzmarke 8 abgetastet und die Ablesung der codierten Teilung 9 auf dem zweiten Trägerkörper 10 gestartet. Durch das Getriebe 11 wird der zweite Trägerkörper 10 um den Bruchteil einer Umdrehung kontinuierlich weitergeschaltet, während der erste Trägerkörper 6 sich einmal gedreht hat. So kann durch die Ablesung der codierten Teilung 9 immer die Anzahl der Umdrehungen absolut festgestellt werden, die der Trägerkörper 6 bereits zurückgelegt hat. Die Steuerung des Ablesetaktes erfolgt durch die Referenzmarke 8 und die inkrementale Teilung 7.

Bei Störungen braucht nur die Referenzmarke 8 überfahren zu werden, um den Nullpunkt für den momentanen Positionswert zu erhalten, der absolute Wert — festgelegt durch die Codeinformation — kann direkt abgelesen werden.

Es muß also nicht wie bei reinen Codedrehgebern der gesamte Meßbereich in Form von codierten Teilungen auf Maßverkörperungen aufgebracht werden, was bei großem Meßbereich viele Codespuren und viele Signalkanäle erfordert, wie dies bei sogenannten Multi-Turn-Gebern realisiert wird, sondern es muß sozusagen nur die Nummer der Umdrehungen codiert werden, wofür wesentlich weniger Codeinformationen notwendig sind.

Nach Netzausfall läßt sich mit maximal einer Umdrehung des ersten Trägerkörpers 6 die absolute Position reproduzieren, was vor allem bei der Lagemessung von Schlitten mit an der Spindel angekoppeltem Drehgeber vorteilhaft ist.

In Fig. 3 ist eine Variante 13 der Winkelmeßeinrichtung gemäß Fig. 1 dargestellt. Hier befindet sich auf der

Welle 53 außer dem Trägerkörper 63 für die Inkrementalteilung 73 und die Referenzmarke 83 noch ein zusätzlicher Trägerkörper 63a, der die Fenster 693 für die Steuerung des Abtaststrahlenganges aufweist.

Bei dieser Lösung sind zwei Trägerkörper 63 und 63a gewählt worden, um mehr Codeinformationen aufbringen zu können. Durch den zweiten Trägerkörper 63a, der gleich groß ist wie der Trägerkörper 63 für die inkrementale Kreisteilung 73 und die Referenzmarke 83 steht aufgrund des größeren Radius mehr Platz zur Codierung zur Verfügung, als bei dem verbleibenden Radius auf dem Trägerkörper 63, wenn die obengenannten anderen Teilungen 73 und 83 schon aufgebracht sind.

Erfindungsgemäß weist der zweite Trägerkörper 63a aber lediglich die Fenster 693 zur Steuerung des Abtaststrahlenganges auf, die eigentliche Codierung befindet sich — wie beim Beispiel in Fig. 1 — in Form einer codierten Teilung 93 auf einem zusätzlichen Trägerkörper 103. Dem weiteren Trägerkörper 63a entsprechend ist eine andere Ausführungsform der Abtasteinrichtung 33 erforderlich, deren Einzelheiten ohne weiteres aus der Zeichnung deutlich werden. Die Ausgestaltung der Abtastplatte und der Fotoelementenplatte ist ersichtlich der Ausführungsform der Abtasteinrichtung 33 angepaßt, so daß hier nicht näher darauf eingegangen werden muß.

Auch auf eine den Fig. 2a, 2b und 2c entsprechende Abbildung des Trägerkörpers 63a mit den Fenstern 639, der Abtastplatte und dem Trägerkörper 103 mit der codierten Teilung 93 wurde verzichtet, da dies zu einer fast identischen Darstellung führen würde, wobei lediglich die Größenverhältnisse von Bedeutung wären, allenfalls noch die fehlende Inkrementalteilung und Referenzmarke auf dem Trägerkörper 63 für die Fenster 639 zur Steuerung des Abtaststrahlenganges.

Ebenso wie in Fig. 1 ist ein Getriebe 113 zur Unterbrechung der Umdrehungen zwischen den Trägerkörpern 63, 63a und dem Trägerkörper 103 vorgesehen.

Auf die notwendigen elektrischen Verbindungen der Bauelemente braucht hier auch nicht näher eingegangen zu werden, da dies nicht zum Verständnis der Erfindung beiträgt. Die Abtastsignale werden über Verbindungskabel 43 einem nicht gezeigten Auswertegerät zugeführt.

Es versteht sich, daß die Welle 53 in einem Stator 23 fachmännisch gelagert ist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

FIG. 2c

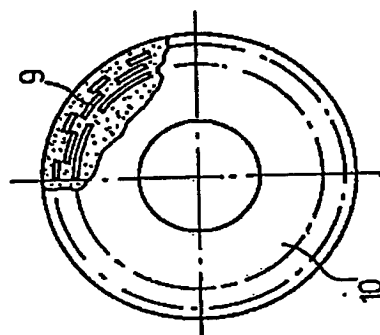


FIG. 2b

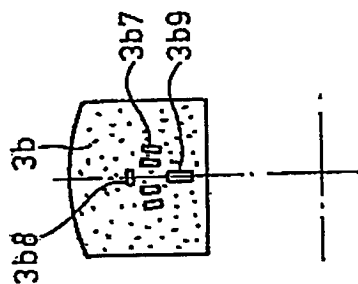


FIG. 2a

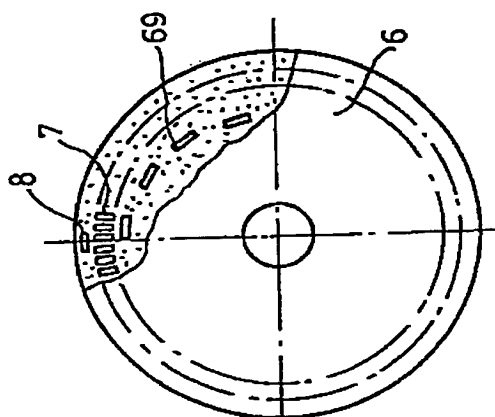


FIG. 3

